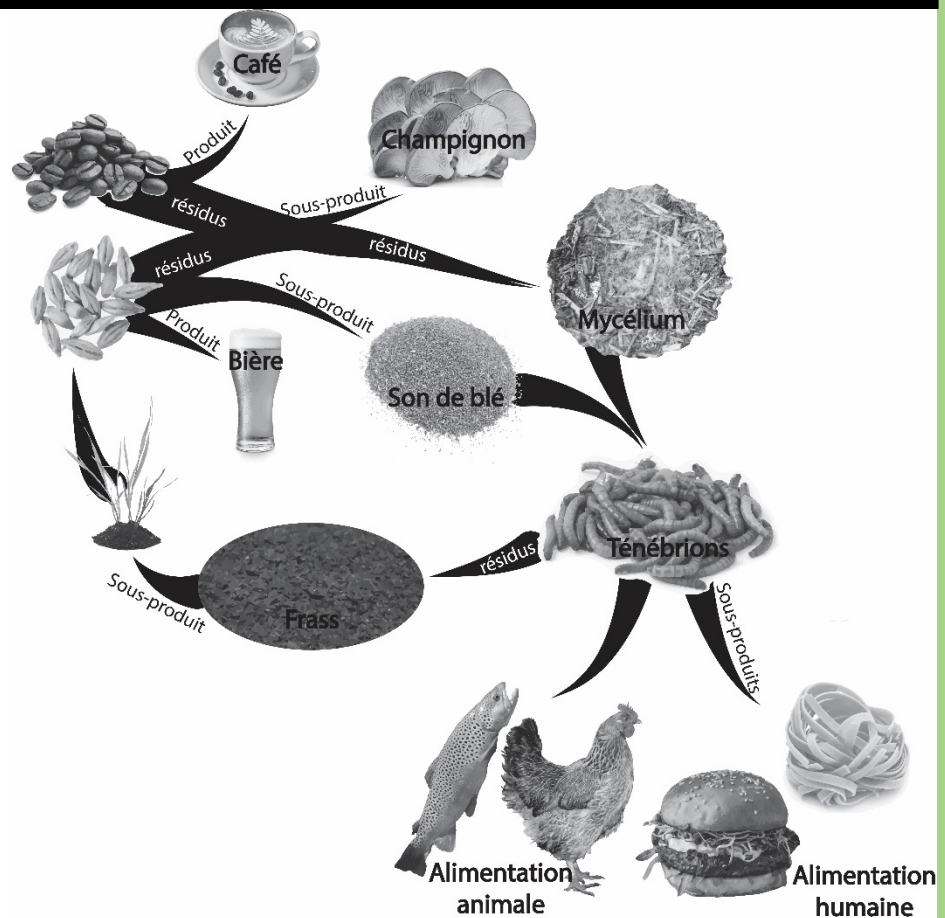


2017

# Gestion des matières organiques à l'aide des insectes



Louise Henault-Ethier, PhD

Chercheure post-doctorale en gestion des matières résiduelles organiques

28/12/2017

## Table des matières

Introduction.....	2
Thématiques de recherche.....	2
Résumé des objectifs et retombées .....	3
Faits saillants de la recherche et des publications en découlant .....	4
Les insectes à notre rescousse .....	6
Rapport d’avancement des publications.....	8

## Introduction

En janvier 2016, Recyc-Québec m'a octroyé une bourse d'études supérieures de 6000\$ pour un projet portant sur la "gestion des matières organiques à l'aide des insectes". Sophie Taillefer avait été désignée comme personne référence pour suivre le projet, me fournir de l'information pertinente pour orienter mes réflexions et recherches en plus de me conseiller. Je vous remercie pour le soutien et les informations que vous m'avez apportés à ce jour. Je désire par la présente vous faire part de mon rapport final d'avancement.

## Thématiques de recherche

Tel que défini dans la demande de financement, mon projet s'inscrivait dans quatre des thèmes ciblés par Recyc-Québec :

- 1) **Gestion des matières résiduelles dans l'économie circulaire** : Il est possible de produire des protéines et des lipides avec des élevages d'insectes nourris aux résidus organiques (Kok, 2012), mais il reste à préciser quels flux de matières organiques "propres" peuvent convenir à la production d'insectes pour l'alimentation humaine, et quels autres flux pourraient convenir à l'alimentation animale.
- 2) **Gestion des matières résiduelles et réduction des émissions des GES** : Parce que les élevages d'insectes comme source de protéines animales émettent moins de GES que les élevages d'animaux de ferme comme les bovins (Oonincx 2010); parce que la valorisation alimentaire des résidus organiques minimise les besoins de production de grains ou la surpêche pour les moulées animales, ce qui minimise encore les GES (FAO, 2012); parce qu'une économie de proximité minimiserait les transports ; parce que la valorisation des résidus organiques par les insectes minimise les conséquences de l'enfouissement (i.e. production de CO<sub>2</sub>, pas de CH<sub>4</sub>) etc.
- 3) **La réduction à la source dans les chaînes d'approvisionnement** : La récupération des résidus organiques pourrait minimiser le gaspillage alimentaire, tout juste après la récupération des aliments encore sains pour la consommation humaine directe (i.e. courtage alimentaire). Les insectes peuvent consommer des aliments de moindre qualité (i.e. laitues fanées) tout en restant sains pour l'alimentation humaine après. Les insectes peuvent aussi consommer des aliments "plus dégradés" s'ils sont destinés aux moulées animales (pour les poules ou poissons par exemple). Mais il reste de la recherche à faire à ce sujet. Il faut d'abord mieux cibler quels flux de matières organiques "propres" ou "plus dégradés" (mais pas en putréfaction comme les résidus organiques domestiques collectés par les municipalités) seraient disponibles sur notre territoire, et voir leurs caractéristiques et leur valeur marchande. Durant le projet, nous avons mis à profit une entente de principe pour s'approvisionner en mycélium de pleurotes à Montréal.
- 4) **Villes durables et gestion des matières résiduelles** : Plusieurs entreprises dans le monde commencent à faire ces productions d'insectes dans les villes (agriculture urbaine) ou en périphérie avec des résidus urbains. Cette proximité minimise les impacts environnementaux des transports. Un rapport de réflexion à ce sujet avait été entrepris d'autres étudiantes gradués de l'UQAM en 2016 (Paula Cabrera et Béatrice Lefebvre), poursuivie avec un étudiant de maîtrise dont j'ai encadré le mémoire de l'Université de Sherbrooke en 2016-2017 (Medhavi Dussault) et finalement approfondi encore davantage de mars 2017 à aujourd'hui avec un autre étudiant au doctorat de l'Université Concordia (Didier Marquis).

## Résumé des objectifs et retombées

Le projet de recherche proposé visait à mieux cerner le potentiel de l'utilisation des insectes comme mode de valorisation des matières organiques au Québec, conformément aux recommandations de la FAO et aux objectifs généraux de la politique québécoise de gestion des matières résiduelles. Ce projet visait non seulement l'avancement des connaissances théoriques à court terme, mais aussi l'initiation de compétences techniques locales à moyen terme. Le projet a donc découlé en plusieurs publications dont un article scientifique (et un autre en préparation), trois articles vulgarisés, une section de livre, une affiche scientifique et plusieurs conférences qui sont énumérées de façon exhaustive dans la section suivante et soumises conjointement au présent rapport, en pièce jointes.

Premièrement, pour l'aspect théorique du projet, nous avons considéré un jumelage entre certains résidus organiques disponibles sur notre territoire et certains insectes disponibles au Québec, avec les considérations légales et de sécurité biologique inhérente. Cet objectif a été atteint et les résultats ont été diffusés aux Québécois notamment par une publication dans *Vecteur Environnement* en septembre 2017.

La seconde phase expérimentale, tributaire des fonds de recherche obtenus, a découlé dans la production de protocoles d'élevages, de formulation de diètes pour les insectes basés sur des types de résidus organiques disponibles au Québec; de protocoles expérimentaux pour analyser la conversion nutritionnelle entre les résidus organiques et les insectes. De ce volet, il reste à finaliser une évaluation des processus de traitement post-élevages pour les résidus organiques valorisables en agriculture ou en horticulture. Les aspects de conditions d'élevages, productivité, transformation, qualités nutritives des insectes et valeur fertilisante des résidus organiques issus du processus produit avec divers mélanges d'intrants ont été considérés. Cet objectif amorcé en mars 2017 a déjà plusieurs résultats prometteurs compilés sous forme d'affiche scientifique diffusée le 5 décembre 2017 lors d'un événement organisé par la Fondation David Suzuki, les Amis de l'Insectarium de Montréal et la Maison du développement durable. Ces objectifs se poursuivront en 2018-2019, grâce à une bourse de postdoctorat du CRSNG, des partenariats avec l'Université Laval, la Fondation David Suzuki, le Biodôme de Montréal, l'UQÀM et la collaboration d'un étudiant au doctorat de l'Université Concordia.

## Faits saillants de la recherche et des publications en découlant

Une première publication découlant de ma recherche a été publiée dans l'édition hiver 2016 du bulletin de la société d'entomologie du Québec. Cet article comportait une section sur l'utilisation potentielle des déchets pour alimenter les insectes destinés à l'alimentation humaine et animale élevés dans les centres urbains, découlant directement de mes recherches sur le sujet. Recyc-Québec a d'ailleurs été directement remercié pour son soutien dans cet article.

Une seconde publication, vulgarisée cette fois, découlant de ma recherche est parue dans le Journal de Montréal, sous la plume de Marie-Ève Dumont. J'ai conseillé à cette journaliste de mettre de l'avant une nouvelle autorisation de l'Agence canadienne d'inspection des aliments pour l'utilisation des insectes ayant été élevés en mangeant des déchets organiques, dans l'alimentation des poules.

Aussi, dans le cadre de mon projet, j'ai recruté et dirigé un étudiant à la maîtrise (Médhavi Dussault, Université Sherbrooke) qui s'intéresse plus particulièrement aux perceptions du public face à la consommation d'insectes. Le sondage que nous menons ensemble approche déjà 500 répondants, un taux de réponse très satisfaisant pour notre équipe. Des résultats préliminaires portant sur l'acceptabilité de donner divers types de résidus organiques aux insectes, ou encore de manger des animaux d'élevage ayant eux-mêmes consommé des insectes, ont été diffusés dans diverses publications et conférences.

J'ai par ailleurs participé à une revue des politiques et des lois encadrant l'utilisation des insectes dans l'alimentation humaine et animale à l'internationale. En contribuant avec des auteurs européens, chinois, mexicains et australiens, j'ai découvert que le Canada était stratégiquement positionné pour l'avancement dans l'utilisation des insectes pour la gestion des matières organiques via les entotechnologies.

Vous constaterez que votre soutien m'a aussi permis de participer à plusieurs conférences. J'ai notamment participé dans un congrès international dans le cadre du congrès de la société américaine d'entomologie, en septembre 2016, à Orlando (<http://ice2016orlando.org/>). Cet événement est le plus grand rassemblement mondial d'entomologistes et plus de 6000 délégués y sont attendus. J'ai aussi donné une conférence dans un muséum de sciences naturelles à San Antonio au Texas. Enfin, j'ai donné diverses modulations de la conférence pour des auditoires variés au Quartier des spectacles de Montréal, à l'Université du Québec à Rimouski, au Conseil canadien du Compostage, etc.

Enfin, grâce aux recherches que j'ai pu mener entre la fin de mon doctorat et aujourd'hui, j'ai pu accomplir de nombreuses publications, approfondir mes relations avec des nouveaux partenaires de recherche incluant l'équipe du Dr Vandenberg de l'Université Laval comme encadrant, mais aussi de bien nombreuses autres personnes. Depuis septembre 2017, j'ai assisté un étudiant à la maîtrise dans un projet de caractérisation des matières résiduelles organiques collectées par l'entreprise Sanimax dans des épiceries, en vue d'une bioconversion à l'aide de mouches soldats noires dans un projet en partenariat avec l'entreprise européenne Protix. J'ai par ailleurs développé un projet de recherche en partenariat avec Didier Marquis, étudiant au doctorat à l'Université Concordia, avec Blanc-de-Gris (champignonnière urbaine), la Fondation David Suzuki, le Biodôme de Montréal. Tous ces efforts m'ont permis de décrocher une bourse de recherche postdoctorale du CRSNG et je

poursuivrai donc mes efforts de recherche et mes publications entre janvier 2018 et décembre 2019. Il me fera plaisir de tenir Recyc-Québec informé de ces avancées, mais aussi potentiellement de vous compter de nouveau sur votre soutien pour supporter mes travaux de recherche sur la gestion des matières organiques à l'aide de divers insectes comme les mouches soldat noires ou les ténébrions.

Vous trouverez dans les pages suivantes un texte qui résume bien comment les insectes peuvent venir en soutien à l'alimentation humaine et animale, et être des agents de gestion des matières résiduelles organiques. Ce texte a été composé pour l'événement Les insectes à notre rescousse du 5 décembre 2017 qui a réuni plus de 100 participants, 10 conférenciers et 12 exposants du secteur de l'entomophagie et des entotechnologies à la Maison du développement durable à Montréal, en partenariat avec la Fondation David Suzuki et les Amis de l'Insectarium. L'engouement des québécois pour ce sujet est palpable puisque l'invitation à l'événement ayant circulé sur Facebook a été vue dans le fil d'actualité de plus de 83 000 personnes en décembre 2017, et plus de 4300 personnes ont visualisé l'événement diffusé en Facebook *live*.

Enfin, vous trouverez aussi un résumé chronologique des publications auxquelles j'ai contribué, durant lesquelles j'ai travaillé de concert avec Sophie Taillefer, de Recyc-Québec, mais aussi remercié explicitement Recyc-Québec pour la bourse offerte, lorsque cela était possible. En pièce jointe, vous trouverez un des PDF de ces nombreuses contributions.

## Les insectes à notre rescousse

Par Louise Hénault-Ethier

*Texte original publié sur le site web de la Fondation David Suzuki*

Les insectes sont les animaux les plus diversifiés de notre planète. Ils sont à la base du fonctionnement des écosystèmes. Autant le déclin massif de leur [biodiversité](#) que le déclin de leur [biomasse](#) inquiètent la communauté scientifique. C'est que les insectes jouent un rôle essentiel dans la pollinisation, la lutte contre les envahisseurs agricoles, le recyclage des matières organiques en milieu naturel, l'alimentation des poissons, oiseaux et chauve-souris, et bien plus encore. Plus on apprend à les [connaître](#), plus on les admire pour leurs adaptations, leurs couleurs, leurs formes et les menus-travaux qu'ils accomplissent inlassablement dans la nature. Ces mêmes bestioles à six pattes qui forment le pilier des services écosystémiques pourraient-elles venir à notre rescousse pour minimiser l'empreinte environnementale de l'humanité?

Nous serons 9 milliards d'êtres humains sur Terre en 2050. Pour nourrir tout le monde, il faudrait doubler notre production alimentaire selon l'Organisation des Nations Unies pour l'agriculture et l'alimentation (FAO). Mais la façon dont on produit nos aliments pèse lourd sur l'environnement. Nous mangeons trop de viande, et sa production est [désastreuse](#) pour notre environnement. Au [Québec](#), nous peinons à freiner la pollution de l'eau liée à la production du maïs et du soya nécessaire à l'alimentation du bétail. Les insectes pourraient-ils [révolutionner](#) la façon dont on s'alimente?

Bien qu'une alimentation entièrement végétale puisse suffire à nourrir l'humanité tout en diminuant drastiquement notre empreinte environnementale, la consommation de viande reste une pratique solidement ancrée dans nos mœurs. Mais si l'on troquait la viande de bœuf, de porc ou de poulet pour une poignée d'insectes, l'impact environnemental de notre consommation de protéine animale diminuerait drastiquement. Selon la [FAO](#), 18% de tous les gaz à effet de serre (GES) émis sur la planète seraient liés aux élevages d'animaux. Cependant, les émissions de GES liés à la production d'insectes sont en comparaison négligeables pour chaque kilogramme de protéine produite. Les insectes sont notamment plus efficaces à convertir leurs aliments parce qu'ils ont le sang froid, et gaspillent donc moins de leur énergie à se garder au chaud.

Si le nombre de [Québécois](#) qui a intégré les insectes dans sa diète reste marginal, près de la moitié d'entre nous avons déjà goûté un insecte, principalement pour en connaître le goût ou par souci de réduire l'empreinte environnementale liée à notre alimentation. Les garçons seraient d'ailleurs significativement plus [intrépides](#) que les filles pour croquer un insecte comme une larve de mouche!

Pour diminuer notre empreinte environnementale, tout le monde n'a pas besoin d'intégrer ces croustillants et délicieux arthropodes dans son alimentation. Il suffit de changer la diète de nos animaux. Presque tout le monde accepterait de nourrir ses animaux domestiques avec des croquettes contenant des insectes, ou bien manger des animaux d'élevage ayant été nourris avec des moulées à base d'insectes. Cela semble de la science-fiction? Détrompez-vous! L'Agence canadienne d'inspection des aliments a déjà homologué des larves de mouches dans l'alimentation des [saumons](#) d'élevage et des [poulets](#) à griller.

Le concept des [entotechnologies](#), un mot qui évoque la racine grecque désignant les insectes (*entomo-*), regroupe les applications technologiques misant sur le travail des insectes. On peut par exemple donner des résidus organiques à des larves de mouches qui s'en nourriront, et qui pourront servir de nourriture à nos animaux. Les mouches soldat noires ont des larves voraces qui peuvent manger nos résidus de fruits et légumes pour ainsi aider à valoriser les résidus organiques de bonne qualité. C'est une façon de donner une seconde vie aux aliments défraîchis, avant de les envoyer au compostage ou à la biométhanisation. Cette valorisation n'est pas négligeable puisque l'on gaspille à l'heure actuelle près de 45% des fruits et légumes produits. Si le [gaspillage alimentaire](#) était un pays, il figurerait au troisième rang tout juste derrière la Chine et les États-Unis, parmi les grands émetteurs de GES. Avec des résidus organiques provenant des épiceries ou des cuisines de restaurant, on pourrait nourrir nos animaux d'élevages.

Avec des résidus organiques propres issus de l'agriculture urbaine, on pourrait aussi nourrir des humains! À Montréal, la champignonnière [Blanc de Gris](#) récupère les résidus de café et de brasserie pour faire pousser des champignons. Plusieurs tonnes de mycélium (les "racines" des champignons mélangées au substrat de croissance) sont rejetées de sa production chaque année. Bien entendu, l'entreprise qui croit fermement au concept d'économie circulaire les envoie au compostage, mais cherche un débouché qui mettrait davantage en valeur le résidu propre (pasteurisé avant d'y faire pousser des pleurotes) et de grande qualité, issue de leur production. Un projet de recherche en cours actuellement en partenariat avec le Biodôme de Montréal, Concordia, l'Université du Québec à Montréal et l'Université Laval cherche justement à voir si des larves de ténébrions pourraient croître sur ce mycélium. Les premiers résultats sont prometteurs.



## Rapport d'avancement des publications

- **Janvier 2016**
  - Paula Cabrera, **Louise Hénault-Ethier**, Béatrice Lefebvre. DES ÉLEVAGES D'INSECTES COMESTIBLES EN VILLE ? Article. Antennae. Vol 23. No 1. [https://www.researchgate.net/publication/299506184\\_DES\\_ELEVAGES\\_D%27INSECTES\\_COMESTIBLES\\_EN\\_VILLE](https://www.researchgate.net/publication/299506184_DES_ELEVAGES_D%27INSECTES_COMESTIBLES_EN_VILLE)
    - LHE y remercie la bourse de Recyc-Québec.
- **Avril 2016**
  - **Hénault-Ethier, L.** (2016) Entotechnologie et entomophagie. IN Michaud, L. Tout sur le compost. 2<sup>nd</sup> édition. Éditions Multi-Mondes. Québec. Canada. 200pps.
    - LHE a contribué à la rédaction d'une boîte de texte sur les entotechnologies, ainsi qu'à la révision technique de l'ensemble du livre.
- **août 2016**
  - Marie-Ève Dumont. Journal de Montréal. Ouverts à goûter aux insectes, mais pas trop souvent. <http://www.journaldemontreal.com/2016/08/29/nourris-aux-larves>
    - Entrevue avec **Louise Hénault-Ethier**
    - On y mentionne le soutien financier de Recyc-Québec.
- **Septembre 2016**
  - **Hénault-Ethier, Louise** et al. (2016). The role of the emerging entotechnology sector to treat urban and rural organic wastes in attaining the 2022 landfilling ban policy of Québec, Canada. Orange County Convention Center, DOI: 10.1603/ICE.2016.114956.
    - Sophie Taillefer de Recyc-Québec apparaît comme co-auteure.
    - LHE y remercie la bourse de Recyc-Québec.
- **Janvier 2017**
  - Lähteenmäki-Uutela, A., Grmelová, N., **Hénault-Ethier, L.**, Deschamps, M. H., Vandenberg, G. W., Zhao, A., ... & Nemanic, V. (2017). Insects as Food and Feed: Laws of the European Union, United States, Canada, Mexico, Australia, and China. European Food & Feed Law Review, 12(1).
    - LHE y remercie la bourse de Recyc-Québec.
- **Février 2017**
  - **Hénault-Ethier, Louise** et al. (2017) Free Organics Recycling Webinar: The Role of the Emerging Entotechnology Sector to Treat Organic Residuals, Helping to Attain Québec's 2022 Landfill Ban Targets. Organised by Green Manitoba and the Conseil Canadien du Compostage.
    - Mention par Recyc-Québec sur son fil Twitter, organisé par Sophie Taillefer
    - LHE y remercie la bourse de Recyc-Québec.
- **Mars 2017**
  - Dussault, Médhavi. 2017. Étude de faisabilité du déploiement de l'industrie des insectes destinés à la consommation humaine au Québec. Essai de maîtrise. Université de Sherbrooke.
    - LHE a agi à titre de superviseure de l'essai et a aussi contribué à la recherche grâce au soutien financier de Recyc-Québec.
  - **Hénault-Ethier, Louise M.** Dussault, P. Cabrera, B. Lefebvre, S. Taillefer, M.H. Deschamps et G. Vandenberg. (2017) Le secteur émergent de l'ento(mo)technologie dans le traitement des résidus organiques urbains et ruraux et liens avec le banissement

de l'enfouissement des résidus organiques prévu pour 2020 au Québec. Atelier. Conseil canadien du Compostage. Montréal. 2017-03-16.

- Sophie Taillefer de Recyc-Québec apparaît comme co-auteur.
- [LHE y remercie la bourse de Recyc-Québec.](#)
- **Hénault-Ethier, Louise M.** Dussault, P. Cabrera, B. Lefebvre, S. Taillefer, M.H. Deschamps et G. Vandenberg. (2017) Le secteur émergent de l'ento(mo)technologie dans le traitement des résidus organiques urbains et ruraux et liens avec le banissement de l'enfouissement des résidus organiques prévu pour 2020 au Québec. Conférence. Université du Québec à Rimouski. 2017-03-16.
  - Sophie Taillefer de Recyc-Québec apparaît comme co-auteur.
  - [LHE y remercie la bourse de Recyc-Québec.](#)
- **Juin 2017**
  - **Hénault-Ethier, Louise M.** Dussault, P. Cabrera, B. Lefebvre, S. Taillefer, M.H. Deschamps et G. Vandenberg. (2017) Conférence – Le compost par les mouches soldat. Jardins Gamelin. Quartier des Spectacles.
    - Sophie Taillefer de Recyc-Québec apparaît comme co-auteur.
    - [LHE y remercie la bourse de Recyc-Québec.](#)
- **Septembre 2017**
  - **Hénault-E, L.,** M. Dussault, P. Cabrera, B. Lefebvre, S. Taillefer, M.H. Deschamps et G. Vandenberg. (2017) L'entotechnologie: quand les insectes mangent nos déchets organiques. Vecteur Environnement.
    - Sophie Taillefer de Recyc-Québec apparaît comme co-auteur.
    - [LHE y remercie la bourse de Recyc-Québec.](#)
- **Octobre 2017**
  - **Hénault-E. L.** (2017) Insects : A six-legged revolution to feed humankind, manage our garbage and reduce greenhouse gases. Wittee Museum. Pollinator Festival. San Antonio, Texas, USA. 19 Octobre 2017. (Invited speaker)
    - [LHE y remercie la bourse de Recyc-Québec.](#)
- **Décembre 2017**
  - **Hénault-Ethier, Louise** (2017) Les insectes dans l'alimentation humaine et animale. Événement Les insectes à la rescousse. Maison du Développement durable, Montréal, Canada. 5 décembre 2017. (Conférence)
    - Sophie Taillefer de Recyc-Québec apparaît comme co-auteur.
    - [LHE y remercie la bourse de Recyc-Québec.](#)
  - Marquis, Didier, **Louise Hénault-Ethier**, Nathalie Le François, Stéphane Labelle, Marc Fournier, Éric Lucas, Grant W. Vandenberg, Jordan LeBel et Satoshi Ikeda, 2017. Valorisation de résidus de champignonnière urbaine à l'aide des ténébrions meuniers - Un projet d'agriculture urbaine et d'économie circulaire. Événement Les insectes à la rescousse. Maison du Développement durable, Montréal, Canada. 5 décembre 2017. (poster)
    - [LHE y remercie la bourse de Recyc-Québec.](#)